



مدلسازی پیامد گسست ناگهانی مخزن آنیلین با نرم افزار PHAST-مطالعه موردی بندر امام خمینی (ره)

منا کولیوند

دانشجوی کارشناسی ارشد ایمنی ، بهداشت و محیط زیست (HSE) ، دانشکده فنی مهندسی ، دانشگاه آزاد واحد شاهرود ، شاهرود ، ایران

محمد تاجی

استادیار ، گروه مهندسی معدن ، دانشکده فنی مهندسی ، دانشگاه آزاد واحد شاهرود ، شاهرود ، ایران

چکیده

نتایج حوادث گذشته نشان داده است که بروز حوادث در مخازن حاوی مواد شیمیایی خطرناک ، عموماً فاجعه بار بوده و خسارات جبران ناپذیر انسانی ، زیست محیطی و اقتصادی را به دنبال دارد . از این رو ، امروزه رویکرد مبتنی بر پیشگیری مورد توجه قرار گرفته است . بررسی دقیق حوادث بزرگ نشان می دهد که بخش بزرگی از احتمال بروز و خسارت های ناشی از آن قابل پیش بینی و قابل پیشگیری می باشند . بنابر همچنان در حال توسعه هستند و این رشد بعضاً سبب بروز پیچیدگی ها و خطاهای نوینی شده است که باعث می شود سطوح ایمنی آسیب پذیرتر شود . مخازن با توجه به ماهیت و پتانسیل بالای خطر خود نیاز به بررسی و مدیریت ریسک دارند . همچنین موادی از قبیل آنیلین از دسته موادی با پتانسیل خطر بالا هستند لذا مدلسازی پیامد آنها می تواند گامی موثر در کنترل ریسک مخازن این ماده باشد . در این تحقیق به مدلسازی گسست ناگهانی مخزن حاوی آنیلین با نرم افزار phast پرداخته می شود.

واژگان کلیدی: مدلسازی پیامد ، نرم افزار phast ، بندر امام خمینی(ره)



مقدمه

گرچه توسعه، پیشرفت و گسترش فناوری های بسیار پیچیده و پر اهمیت به ویژه در صنایع شیمیایی موجب ارتقاء زندگی بشر گردیده است، اما از طرف دیگر او را با پتانسیل های خطرناکی به مانند حوادث شیمیایی روبرو ساخته است. صنایع فرایندی مانند پتروشیمی، اغلب با مواد شیمیایی خطرناک و واحدهای عملیاتی تحت شرایط حاد با حجم عظیم نگهداری مواد خطرناک، فشار و دمای بالا سروکار دارند. بنابراین، احتمال وقوع حوادثی از قبیل نشت مواد سمی، انفجار و آتش سوزی در آنها وجود دارد

به کارگیری مخازن حاوی آنیلین در پروژه ها و صنایع مختلف با اهداف متفاوت صنعتی، مخاطرات بسیار زیادی را در حوزه ایمنی، بهداشت و محیط زیست به دنبال داشته و خواهد داشت. از این رو، امروزه رویکرد مبتنی بر پیشگیری، از طریق شناسایی، ارزیابی و ارزشیابی ریسک مورد توجه قرار گرفته است. نتایج حوادث گذشته نشان داده است که بروز حوادث در این مخازن و صنایع مرتبط با آن، عموماً فاجعه بار بوده و خسارات جبران ناپذیر انسانی، زیست محیطی و اقتصادی را به دنبال دارد. بررسی دقیق حوادث بزرگ نشان می دهد که بخش بزرگی از احتمال بروز و خسارت های ناشی از آن قابل پیش بینی و قابل پیشگیری بوده اند، مشروط بر آنکه حداقل تحلیل های مهندسی نظیر مدلسازی پیامد و ارزیابی کمی ریسک بموقع انجام گرفته باشد.

در این فصل کلیات تحقیق، شامل بیان مسئله و اهمیت و ضرورت تحقیق، اهداف تحقیق، سؤالات تحقیق، قلمرو تحقیق، روش تحقیق، مبانی نظری تحقیق آمده است.

افزایش تولید، گسترش حمل و نقل و نیاز بیشتر به مواد شیمیایی از مهمترین تبعات پیشرفت صنعت و فناوری به طوری که امروزه وقوع حوادث ناگواری که ناشی است، از رهاش و انفجار مواد شیمیایی و سمی در واحدهای صنعتی است، سبب شده خطرات بسیاری افراد جامعه را تهدید کند. حوادث ناشی از کار، جزء جدایی ناپذیر صنعت است. این حوادث علاوه بر سلامت جسمانی، سلامت روانی فرد و همچنین خسارت هایی را به کارفرمایان وارد می کنند.

یکی از مهمترین تبعات پیشرفت صنایع و تکنولوژی، افزایش تولید، گسترش حمل و نقل و نیاز بیشتر به مواد شیمیایی است؛ به طوری که امروزه وقوع حوادث ناگواری که ناشی از رهاش و انفجار مواد شیمیایی و سمی در واحدهای صنعتی هستند سبب شده است که خطرات بسیاری افراد جامعه را تهدید نماید. هر روز در محیط های کار حوادث متعددی رخ می دهند که باعث مرگ و آسیب می شوند. این حوادث به دلیل عدم شناسایی خطرات بالقوه اتفاق می افتند، بنابراین، شناسایی و ارزیابی ریسک خطرات در محیط کار می تواند از بسیاری از حوادث پیشگیری کند. ارزیابی و مدیریت ریسک، زیربنای برنامه ریزی و ارائه راه حل کنترلی برای خطرات می باشد. با پیشرفت جوامع نیاز به کار در شرایط دشوار و حادثه خیز تا حدود زیادی کاهش یافته است. آنچه باید مورد توجه قرار گیرد آن است که ابعاد بزرگ یک حادثه همیشه به معنای حتمی بودن آن حادثه نمی باشد؛ زیرا در بیشتر موارد ابعاد حادثه نسبت معکوسی با احتمال وقوع آن دارد. مخازن حاوی آنیلین یکی از مهمترین تأسیسات صنعتی هستند که همواره در معرض ریسک انتشار مواد سمی، آتش سوزی و انفجار می باشند. در این میان، آتش سوزی رایج ترین و انفجار به دلیل میزان مرگ و میری که به دنبال دارد، مهمترین ریسک مخازن ذخیره نفت و فرآورده های نفتی هستند (پناهی و همکاران، ۱۴۰۰).

زندگی در جهان امن و عاری از خطر همواره آرزوی انسان بوده و توجه به ایمنی در قالب تلاش در جهت بقا از بدو خلقت در نهاد بشر وجود داشته است. با این وجود همه ساله به علت عدم توجه به نکات، مقررات و دستورالعمل های مربوط به ایمنی و بازبینی های به موقع، شاهد حوادثی در برخی از نقاط مختلف دنیا از بعد مالی، جانی و یا هر دو هستیم. در این میان شاید بزرگترین خسارات تاکنون گریبان گیر صنایع به خصوص صنایع مرتبط با مواد شیمیایی بوده که از آن میان می توان به حادثه بویال هند اشاره نمود. رخداد حوادثی چون فلیکس بورو ۱ انگلستان در سال ۱۹۷۴ و با حادثه نشت گاز سمی در سوسو ایتالیا در سال ۱۹۷۶ تنها نمونه هایی از این حوادث است. این حوادث و حوادثی از این دست برخلاف حوادث پیش از سال های دهه شصت میلادی، تأثیری فراتر از مرزهای کارخانه های مربوطه داشتند (خرم، ۱۳۹۹).

صنعت دریانوردی و بنادر وابسته، از ابتدای تمدن بشری نقش مهمی در تبادل کالا و تجارت داشته اند. با این حال، روند رشد تجاری بنادر از دهه ۱۹۶۰ میلادی و با ورود سیستم های جدید هندلیگ و بارگیری کارگو و ابداع سیستم هایی مانند ROFO شکل تازه ای به

خود گرفت. ورود تکنولوژی های جدید، توانست تا حد زیادی بر ایمنی بنادر بیفزاید اما در عین حال، خطرات جدیدی را هم با خود به این مناطق وارد کرد. توسعه فنی بنادر همچنان ادامه دارد و این رشد بعضاً سبب بروز پیچیدگی ها و خطاهای نوینی شده است که باعث میشود سطوح ایمنی در آسیب پذیری بیشتری قرار می گیرد. صنعت دریانوردی و بنادر وابسته اغلب با مواد شیمیایی خطرناک و واحدهای عملیاتی تحت شرایط دما و فشار بالا نظیر راکتورها، تانک های ذخیره و ... سروکار دارند؛ بنابراین احتمال وقوع حوادثی مثل آتش سوزی، انفجار و نشت مواد سمی در این واحدها وجود دارد. این حوادث ممکن است به علت اشکالات فرآیندی، نقص دستگاه ها و یا خطاهای انسانی ایجاد گردد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۹).

در این راستا پیش بینی میزان خسارات احتمالی در اثر وقوع حوادث که در اصطلاح علمی به آن تحلیل آسیب پذیری و پیامد می گویند بسیار کارا خواهد بود. بنادر با توجه به گستردگی زیاد، تعداد کارکنان بالا، وجود حجم قابل توجهی از مواد هیدروکربنی و شیمیایی گوناگون و در شرایط عملیاتی حاد، پتانسیل ایجاد حوادث بسیار عظیمی را از بعد تعداد تلفات، میزان خسارات و بعد مسافتی بالا دارا هستند. نتایج حوادث گذشته نشان داده است که بروز حوادث در این قبیل صنایع عموماً فاجعه بار بوده و خسارات جبران ناپذیر انسانی، زیست محیطی و اقتصادی را به دنبال دارد. لذا برای کم کردن ریسک بروز حوادث، ارزیابی احتمال وقوع و شدت پیامدهای آنها امری الزامی است (محمدی و همکاران، ۱۴۰۰).

صنعت نفت و گاز در سال های اخیر با رشد فن آوری، استفاده از تجهیزات جدید، به کارگیری فرآیندهای پیچیده و فرسودگی بسیار از تاسیسات قدیمی روبرو است، این عوامل در محیط زیست یک عامل تهدید می شوند. این چنین عواملی باعث افزایش پتانسیل خطر در این صنایع و افزایش پیامدهای ناشی از حوادث می شود. کنترل این خطرات نیازمند وضعی سیستم مدیریتی است که منجر به کاهش این خطرات و حصول اطمینان از افزایش ایمنی، رفاه کارکنان و همچنین حفاظت از محیط زیست می گردد. همه این موارد سبب می شود که مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست در صنایع نفت و گاز از اهمیت ویژه ای برخوردار باشد (پناهی و همکاران، ۱۴۰۰).

جلوگیری از وقوع حادثه عمدتاً در گرو طراحی ذات ایمن بوده و تابعیت مستقیمی از کیفیت طراحی و رویه های مورد استفاده در نصب سامانه های حفاظتی دارد، اما تلاش مذکور تضمین کننده عدم رخداد حادثه نیست و در بهترین شرایط موجبات کاهش احتمال وقوع آن را فراهم می آورد. لذا کاهش خسارات ناشی از وقوع حوادث یکی از مهم ترین چالش هایی است که امروزه در همه بخش ها به ویژه در مناطق بندری که با مجموعه ای از فعالیت های تولیدی و خدماتی در ارتباط هستند، مطرح است. با توجه به احتمال رخداد حادثه و نیز محدود بودن سرمایه، تعیین معیارهای مناسب برای تصمیم گیری و اولویت بندی ضروری به نظر می رسد (گیوه چی و همکاران، ۱۴۰۰).

صنایع نفت و گاز به علت گستردگی فراوان، حجم عظیم سرمایه، مخاطرات فراگیر و تعداد زیاد افرادی که در این صنایع در حال فعالیت می باشند، همواره کانون توجه متخصصین و دست اندرکاران ایمنی بوده و تلاش های گسترده ای در راستای ایمنی بیشتر این صنعت در جهان صورت می گیرد. در گذشته های نه چندان دور فرآیندهای طبیعی قادر بود تا نیازهای انسان را برای بقاء و ادامه زیست، در اختیار او بگذارد. ولی انسان امروزی ناگزیر است تا برای تأمین مایحتاج خود نظام فرآیندهای طبیعی را تغییر دهد. رشد جمعیت، تغییر در سرعت زندگی و افزایش رفاه بشر، نیاز انسان به منابع غذا و انرژی را به گونه ای متفاوت مطرح کرده و انسان را برآن داشت تا برای تأمین مایحتاج خود به تولید مواد شیمیایی و تغییر و تبدیل سوخت های فسیلی بپردازد. محدودیت بکارگیری سوخت های فسیلی و تنوع کاربردهای آن در صنعت، انسان را وارد عرصه های جدیدی از تولید و تبدیل سوخت و انرژی کرده، و بدین گونه جوامع بشری وارد عرصه صنایع عظیم و پیچیده نفت، گاز و پتروشیمی شدند (حمیدی ابروانی و همکاران، ۱۴۰۰).

امروزه یکی از شیوه های علمی برای شبیه سازی پیامدهای وقایع شیمیایی، استفاده از نرم افزار است. هدف از این کار ارزیابی پیامد، برآورد تقریبی تأثیر رویدادهای مختلف بر محیط پیرامون و نیز تخمین احتمال مرگ یا آسیب افراد در نواحی متأثر از این رویدادها است. در ارزیابی ریسک کیفی امکان تعیین دقیق شدت پیامدها وجود ندارد، به عنوان مثال، تعداد افرادی که ممکن است در اثر نشت گاز از یک مخزن مواد شیمیایی کشته شوند را نمی توان به طور دقیق معین کرد، ولی به کمک روش های واکاوی پیامد و مدلسازی ریاضی



می توان اثرات حوادث را به صورت خسارات به تجهیزات و آسیب به سلامت انسان ها و محیط زیست ارزیابی نموده و آنها را در صورت نیاز در ارزیابی های کمی ریسک در واحدهای مورد مطالعه به کار گرفت (چراغی و همکاران، ۱۳۹۷).

مخازن ذخیره سازی در صنایع شامل حجم وسیعی از مواد شیمیایی پر خطر و آتش زا می باشد. مخازن ذخیره سازی در مقایسه با تجهیزات دیگر بیشتر دچار حادثه می شوند، زیرا شکننده بوده و در اثر افزایش جزئی فشار یا خلاء به آسانی خسارت می بینند. این گونه حوادث موجب خسارات مالی، اتلاف مواد و ایجاد وقفه در امر تولید شده و ممکن است خسارات جانی نیز به دنبال داشته باشد. با توجه به حوادثی که در سال های اخیر در مورد تانک های ذخیره اتفاق افتاده است می توان به اهمیت بررسی پیامد و ارزیابی ریسک مخازن ذخیره در واحدهای صنعتی پی برد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۹).

شبکو و همکاران (۲۰۲۱)، در تحقیقی با عنوان "ارزیابی خطر آتش سوزی و انفجار برای پایانه صادرات نفت در مقیاس بزرگ" به ارزیابی ریسک پایانه های نفتی با توجه به محاسبه خطرات بالقوه فردی و اجتماعی پرداخته شده است و در نهایت مقادیر ریسک بدست آمده از این مطالعه، به عنوان یکی از بهترین رویه های شرکت های نفتی و سطوح خطر حریق پایانه های نفتی می توانند به عنوان سطوح قابل تحمل پذیرفته شوند.

لیو و همکاران (۲۰۲۰)، در تحقیقی با عنوان "سیستم فناوری مدیریت اضطراری آتش سوزی چند مرحله ای و چند مرحله ای کارخانه پتروشیمی بر اساس پیش بینی خطر آتش سوزی" در یک شرکت پتروشیمی، بر پایه تجزیه و تحلیل پیش بینی خطرات حریق با توجه به لایه های حفاظتی در برابر خطرات در صنعت انجام گرفت. نتایج این مطالعه شرکت های پتروشیمی را برای تحقق امنیت فعال و پویای مدیریت ریسک حریق کمک می کند و در نتیجه موجب بهبود مدیریت ریسک حریق و فن آوری های پیشگیری از حریق می شود.

العمر (۲۰۱۹)، در تحقیقی با عنوان "ارزیابی ریسک زیست محیطی کارخانه نمک زدایی نفت در کویت" ارزیابی ریسک زیست محیطی کارخانه ی نمک زدایی نفت الاحمدی در کویت را به انجام رسانید، در این پژوهش از روش های TOPSIS و AHP استفاده شده است. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، عامل سوراخ شدن خطوط لوله، سوختن ناقص گاز در مشعل، خرابی پمپ ها و سوراخ شدن مخازن به ترتیب از بیشترین به کمترین مخاطرات زیست محیطی را دارا است.

پتروسکی و همکاران (۲۰۱۹)، در تحقیقی با عنوان "تجزیه و تحلیل ریسک FMEA تاسیسات فرآیند نفت و گاز با ارزیابی خطر بر اساس منطق فازی" مراحل اساسی روش تجزیه و تحلیل حالت شکست و اثرات آن را ارائه کردند و گزینه های ممکن برای مقیاس بندی مورد نیاز برای به دست آوردن ارزیابی های کمی ریسک را نشان دادند. نتیجه ارزیابی ریسک کمی برای تاسیسات حمل و نقل نفت بود. روش پشتیبانی برای تعیین کمیت ریسک در شرایط اضطراری در تجهیزات به استفاده از رویکرد منطق فازی توصیه می گردد. تحقیق فوق به تشریح مراحل اصلی این رویکرد، کاربرد آن و امکان شکل گیری برای تخمین های کمی از خطرات عیوب مختلف در تجهیزات را نشان می دهد.

ژربونی و همکاران (۲۰۱۹)، در تحقیقی با هدف بررسی و تجزیه و تحلیل سیستم های حمل و نقل هیدروژن انجام شد، مشخص گردید که شعاع های آتش ناگهانی ناشی از نشتی لوله های هیدروژن معادل ۱۳ متر می باشد

ژیانگ و همکاران (۲۰۱۸)، در تحقیقی با هدف بررسی و ارزیابی ریسک در یک ایستگاه سوخت گیری گاز هیدروژن در شانگهای صورت گرفت، نشان داده شد که تنظیم محفظه کمپرسور، نقش قابل توجهی در تغییر فاصله ایمن دارد.

فرناندز و همکاران (۲۰۱۸) طی مطالعه ای اقدام به تایید و اعتباربخشی مدل های انتشار تصادفی مواد شیمیایی سمی و قابل اشتعال به جو نمودند در این تحقیق سناریوهایی که ممکن است مدل شوند شامل (نشت یا فوران های فاجعه بار)، لوله های (کوتاه یا طولانی) بوده است. برای آتش سوزی، احتراق ممکن است منجر به افزایش گلوله های آتشین، آتش سوزی جت، آتش سوزی های استخر و آتش سوزی بخار یا انفجار شود.

نبنهانی و همکاران (۲۰۱۳) آنالیز پیامد تشتی متانول از مخزن در یک مجتمع پتروشیمی را با استفاده از نرم افزار PHAST انجام دادند، هدف از این مدل سازی، بررسی تأثیرات سمی رهائش متانول، فشار حرارتی ناشی از آتش سوزی و موج تخریبی حاصل از انفجار آن بوده



است بررسی این نشتی در شرایط آب و هوایی متفاوت صورت گرفته و برای مدل سازی آن از نرم افزار قدرتمند PHAST استفاده شده است. نتیجه مدل سازی بیانگر آن است که بیشترین فشار حرارتی حاصل از آتش سوزی و بیشترین تأثیرات سمی برای کارکنان و محیط زیست در فصل تابستان بوده و فصل زمستان بیشترین موج تخریبی حاصل از انفجار را به خود اختصاص داده است.

سلوان و همکاران (۲۰۱۳) به ارزیابی خطرات و پیامدهای مربوط به ذخیره و حمل هیدروژن با استفاده از نرم افزار PHAST پرداختند و پیامدهایی همچون جت فایر، BLEVE، مربوط به هیدروژن، را مدل سازی نمودند. نتایج نشان داد که به هنگام حمل و نقل هیدروژن تا مسافت ۹۷ متری تجهیزات باید خالی از پرسنل باشد و تا فاصله ی ۱۱۰ متری آسیب های وارده بر تجهیزات ناچیز می باشد این مطالعه سعی دارد با ارزیابی و مدلسازی پیامد گسست ناگهانی مخزن حاوی آنیلین که یکی از متواتر ترین مواد ورودی به بندر امام خمینی (ره) می باشد در راستای مدیریت ریسک و آمادگی جهت واکنش در شرایط اضطراری مقابله با انتشار مواد سمی قدم بر دارد.

روش تحقیق

روش مورد استفاده در این تحقیق، کاربردیست، تحقیق کاربردی با هدف توسعه ی دانش کاربردی و حل مشکل خاص علمی و یا اجتماعی انجام می گیرد و این تحقیق شیوه ی جدیدی را پدید می آورد که در جهت زندگی بهتر و به صورت مشخص و واضح در جامعه مورد استفاده قرار می گیرد. تحقیق حال حاضر با استفاده از نتایج تحقیقات بنیادی به توسعه دانش کاربردی در یک زمینه مدیریت ریسک مواد شیمیایی خطرناک است.

روش تحقیق این پژوهش از نوع کمی می باشد و از طریق داده های کمی منتج از بازدید میدانی و مطالعه مستندات تخصصی و وارد کردن آن به نرم افزار phast " به عنوان کاملترین نرم افزار مدلسازی پیامد نوع پیامد ها مشخص و مدلسازی می شود.

با توجه به سناریوی تعریف شده در قالب گسست ناگهانی مخزن آنیلین، حوادثی که ممکن است در پی آن به وقوع بپیوندند شامل مسمومیت تا مرگ نفرت متغیر است و مدلسازی پیامدهای انتشار می تواند دیدگاه مناسبی در مورد کارایی سیستم های ایمنی موجود به ما بدهد. جهت تجزیه و تحلیل ابتدا به معرفی شرایط کلی یکی از مخزن های حاوی آنیلین پرداخته و سپس به تعریف سناریو پرداخته می شود. برای مدل سازی سناریو در نرم افزار phast باید ابتدا مشخصات منبع انتشار را مشخص کرد. سپس با ورود اطلاعاتی شامل نوع مواد، مقدار مواد و شرایط عملیاتی نظیر دما و فشار در تجهیزات موردنظر، اقدام به مدلسازی و سپس تجزیه و تحلیل مدل های خروجی کرد.

یافته ها

با توجه به سناریوی تعریف شده حوادث اصلی محتمل مربوط به پدیده های خطرناک زیر است:

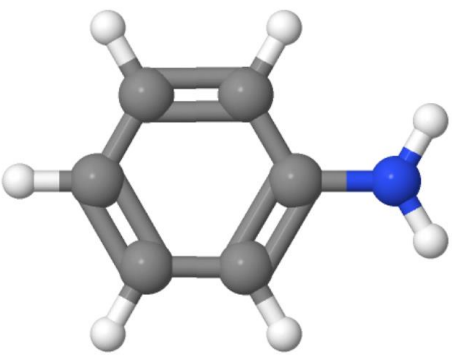
- ۱- حرارتی: تابش حرارتی (آتش)
 - ۲- مکانیکی: موج فشاری و برخورد پرتابه ها (انفجار)
 - ۳- شیمیایی: مواجهه با سمیت (نشت مواد سمی)
- ساده ترین معیاری که برای بیان سمیت یک ماده شیمیایی بکار می رود، مقدار حد آستانه سمیت است. این معیار توسط ACGIH پایه گذاری شده است و عبارتست از میزان متوسط غلظت ماده شیمیایی در هوا بطوریکه هیچگونه اثر سوء بر روی سلامت انسانها برای هشت ساعت تماس پیوسته در طول یک روز و بمدت پنج روز متوالی در هفته نداشته باشد، که معمولاً بصورت واحد ppm برای گازها و mg/m^3 برای ذرات جامد مطرح می شود. مقدار عددی این معیار شاخصی برای خطر سمیت یک ماده شیمیایی نیست و هیچگاه نباید برای تشخیص بین غلظت خطرناک و ایمن بکار رود، بلکه تنها راهنمایی برای کنترل میزان تماس کارگران با مواد سمی است. این معیار دارای سطوح مختلفی است که در جدول زیر (شماره ۱) به همراه پیامدهای آن نشان شده است.

مفهوم	TLV
حداکثر مقدار غلظت ماده شیمیایی در هواست که همه افراد می‌توانند به مدت هشت ساعت در روز در معرض آن قرار گیرند، بدون آنکه دچار سوزش چشم یا گلو و یا اثرات غیر قابل برگشت شوند	TLV-TWA ^۱
حداکثر مقدار غلظت ماده شیمیایی در هواست که همه افراد می‌توانند چهار بار در روز و هر بار به مدت پانزده دقیقه در معرض آن قرار گیرند، بدون آنکه دچار سوزش چشم یا گلو و یا اثرات غیر قابل برگشت شوند	TLV-STEL ^۲
حداکثر مقدار غلظت ماده شیمیایی در هوا که در طول زمان کار نباید حتی بطور آنی و لحظه‌ای از این مرز تجاوز کند	TLV-C ^۳

جدول شماره ۱: سطوح مختلف معیار TLV

مقدار TLV-TWA گزارش شده برای ماده آنیلین ۲ پی.پی.ام است.

آنیلین یا بنزن آمین مایعی بی‌رنگ تا قهوه‌ای و به صورت روغنی است که با قرار گرفتن در معرض هوا و نور تیره می‌شود. دارای بوی آمین و در غلظت بین ۰/۶ تا ۱۰ پی.پی.ام قابل تشخیص است. این ماده نسبتاً در آب، الکل، بنزن، کلروفرم، تتراکلرید کربن، استون و اکثر حلال‌های آلی محلول است. آنیلین در آنتی اکسیدان‌ها، رنگ‌ها، مواد شیمیایی عکاسی، به عنوان ایزوسیانات برای فوم‌های اورتان، در داروسازی، مواد منفجره و پالایش نفت استفاده می‌شود. همچنین در تولید دی فنیل آمین، فنولیک، علف‌کش و قارچ کش نیز کاربرد دارد. خواص فیزیکی آنیلین در جدول شماره ۲ آمده است.

مقدار	خاصیت
C ₆ H ₇ N	فرمول
62-53-3	شماره CAS
	ساختار مولکولی
-۶/۲	نقطه ذوب (درجه سانتی‌گراد)
۱۸۴	نقطه جوش (درجه سانتی‌گراد)
۷۶	نقطه اشتعال (درجه سانتی‌گراد)
۱/۰۲	وزن مخصوص
۳/۲۲	چگالی بخار
۹۳/۱۳	جرم مولکولی (گرم بر مول)
۳/۴	حلالیت در آب در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (g/100ml)
۱/۲ تا ۱۱	حدود انفجاری (درصد حجمی در هوا) (LFL-UFL)
۵۳	فشار بحرانی (بار)
۴۳۰/۸۵	دمای بحرانی (سانتی‌گراد)
۰/۳۸۴	ضریب بی‌مرکزی

¹ Threshold Limit Value-Time Weighted Average

² Threshold Limit Value-Short Time Exposure Limit

³ Threshold Limit Value ceiling



گرمای سوختن (کیلوژول بر مول)	۳۳۹۲/۸-
------------------------------	---------

شماره ۲: خواص فیزیکی آنیلین

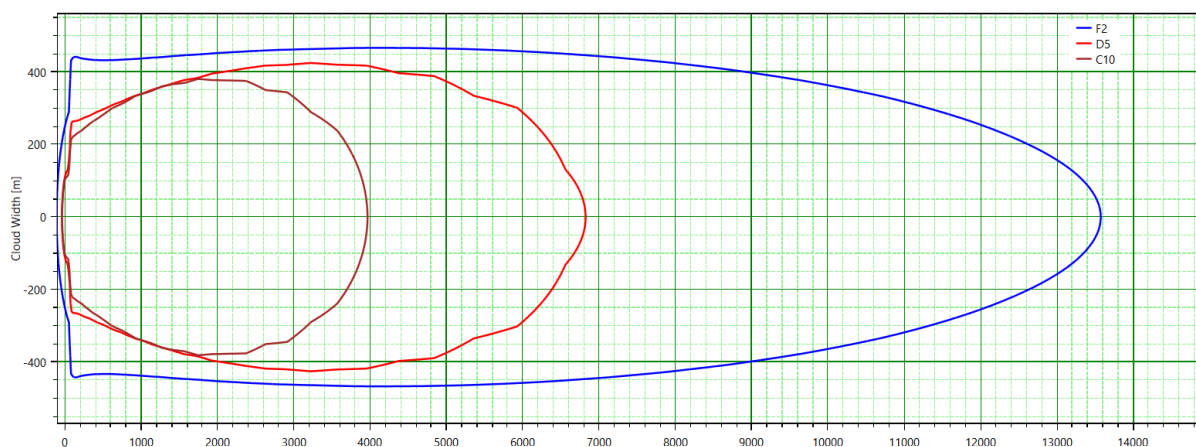
این ماده دارای خواص شیمیایی قابل احتراق است. با حرارت دادن در دمای بالاتر از ۱۹۰ درجه سانتیگراد یا در اثر سوختن تجزیه شده و بخارهای سمی و خورنده (آمونیاک، اکسیدهای نیتروژن و مونوکسیدکربن) و بخارات قابل اشتعال ایجاد می‌کند. یک باز ضعیف بوده و به شدت با اکسیدان‌های قوی و اسیدها واکنش داده و باعث آتش‌سوزی و انفجار می‌شود. همچنین با فلزاتی مانند سدیم، پتاسیم و کلسیم واکنش داده و گاز هیدروژن قابل اشتعال تولید می‌کند.

این ماده می‌تواند از طریق استنشاق بخار، از طریق پوست، چشم‌ها و از طریق بلع به بدن جذب شود. در جدول زیر علائم، نحوه پیشگیری و همچنین کمک‌های اولیه مربوط به هر راه ورود به بدن ارائه شده است.

علائم	پیشگیری	کمک های اولیه
استنشاق	کبودی لب ها، ناخن ها و پوست. سردرد، سرگیجه، تهوع، استفراغ، ضعف، تنفس سخت، تشنج	از تهویه، مکنده موضعی یا حفاظت تنفسی استفاده کنید.
پوست	به راحتی جذب می شود. قرمزی. بعلاوه استنشاق را ببینید.	ممكن است تجویز اکسیژن نیاز باشد. لباس های آلوده را در بیاورید. آبکشی کنید و سپس پوست را با آب و صابون بشوید. فوراً برای مراقبت های پزشکی مراجعه کنید.
چشم ها	قرمزی. درد. آسیب قرنیه.	محافظ صورت یا محافظ چشم را همراه با محافظ تنفسی بپوشید.
بلعیدن	استنشاق را ببینید.	دهان را آب بکشید. خود را وادار به استفراغ نکنید. استراحت کنید. فوراً برای مراقبت های پزشکی مراجعه کنید.

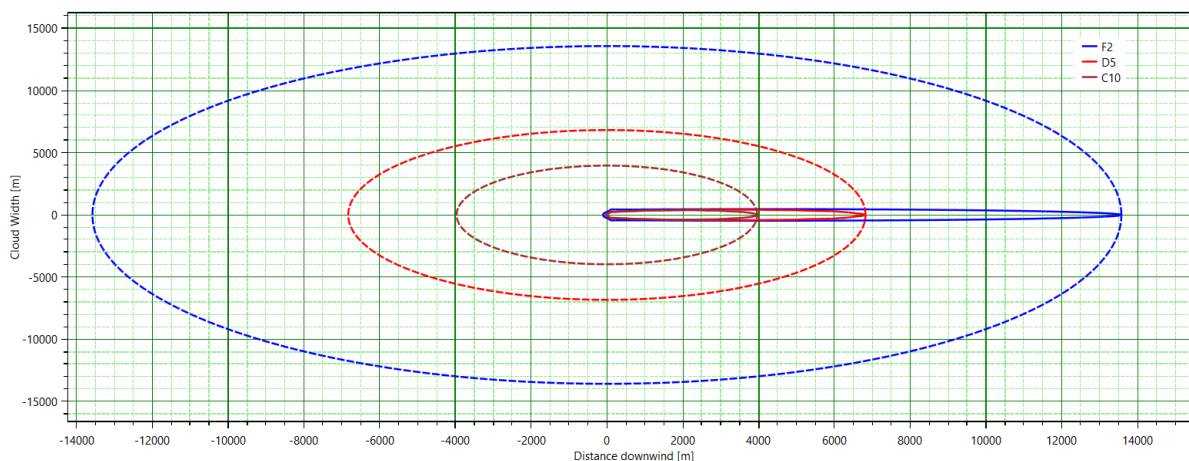
جدل شماره ۳: علائم، نحوه پیشگیری و همچنین کمک‌های اولیه مربوط به هر راه ورود به بدن ماده آنیلین

نتایج مدلسازی در نرم افزار با در نظر گرفتن غلظت ۲ پی پی ام



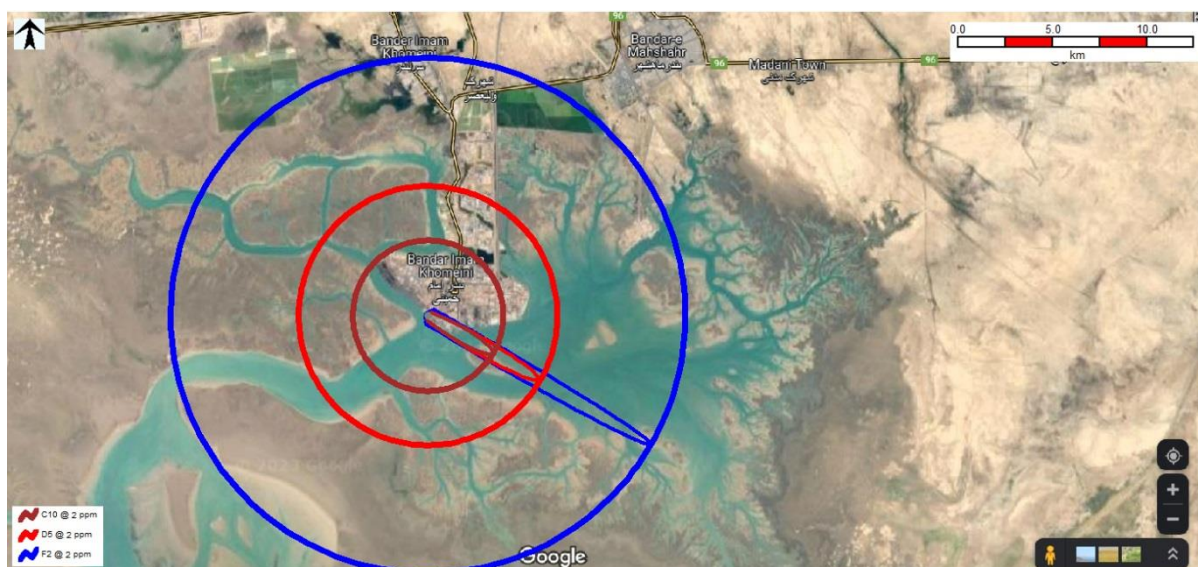
شکل شماره ۱: مساحت تحت تاثیر غلظت ۲ پی.پی.ام آنیلین در سطح زمین در جهت غالب باد

شکل بالا مساحت تحت تاثیر غلظت ۲ پی.پی.ام آنیلین روی سطح زمین در جهت غالب باد را نشان می‌دهد. مطابق این شکل، به ترتیب در حالات پایداری جوی F، D و C گسترش غلظت آنیلین بر روی سطح زمین در اطراف محل انهدام تانک بیشتر است. در این سه حالت پایداری جوی، به ترتیب ابر گاز با غلظت ۲ پی.پی.ام تا فاصله حدود ۱۳۶۰۰، ۶۸۰۰ و ۴۰۰۰ از محل انهدام پیش می‌رود. همچنین عرض تحت تاثیر این غلظت در این سه حالت پایداری به ترتیب ۹۴۰، ۸۵۰ و ۷۶۰ متر است.



شکل ۲: مناطق تحت تاثیر غلظت ۲ پی.پی.ام آنیلین در سطح زمین

شکل بالا مناطق تحت تاثیر غلظت ۲ پی.پی.ام آنیلین روی سطح زمین را نشان می‌دهد. مطابق این شکل، به ترتیب در حالات پایداری جوی F، D و C گسترش غلظت آنیلین بر روی سطح زمین در اطراف محل انهدام تانک بیشتر است. محل انهدام در مرکز (نقطه صفر طول و صفر عرض) می‌باشد.



شکل ۳: مناطق تحت تاثیر غلظت ۲ پی.پی.ام آنیلین در سطح زمین روی نقشه

در شکل بالا مناطق تحت تاثیر غلظت ۲ پی.پی.ام آنیلین روی سطح زمین بر روی نقشه هوایی بندر امام خمینی نشان داده شده است. همانطور که مشخص است در حالت پایداری جوی F ، کل بندر امام و شهرک ولیعصر و بخش‌هایی از سربندر، در حالت پایداری D تقریباً ۹۵ درصد بندر امام و در حالت پایداری C تقریباً ۷۰ درصد بندر تحت تاثیر است. در این شکل جهت غالب باد و مناطق تحت تاثیر در این جهت نشان داده شده که بیشتر در سمت جنوب شرقی و بدون سکنه می‌باشد.



منابع

اشتر، مریم و افضل، سیدامیرحسین. ۱۴۰۰، بررسی تاثیر نگرانی های امنیتی، ریسک ادراک شده و اعتماد بر وفاداری به بانکداری اینترنتی در شعب بانک پاسارگاد در شهر اصفهان، سومین همایش ملی مدیریت دانش و کسب و کارهای الکترونیکی با رویکرد اقتصاد مقاومتی، مشهد

بهزادی، شاهین و گیوه چی، سعید و کریمی، سعید و جعفری، حمیدرضا، ۱۳۹۸، ارزیابی عنصر پایه برنامه واکنش در شرایط اضطراری در یک شرکت پتروشیمی کشور، پنجمین همایش بین المللی مهندسی کشاورزی و محیط زیست با رویکرد توسعه پایدار، شیراز

بیابانگرد، فاطمه و عارفی نیا، رضا، ۱۳۹۹، بررسی تجربی رفتار الکتروشیمیایی نانوذرات پلی آنیلین داپ شده با هیدروکلریک اسید در شرایط فوق اسیدی، هفتمین کنگره ملی شیمی و مهندسی شیمی با تاکید بر فناوری های بومی ایران، تهران

پناهی، محمد و امین صالحی، فرنز و قربانی نیا، زهرا و نوروز، عارف، ۱۴۰۰، ارزیابی عوامل بیولوژیکی و مشخصات آن در صنایع نفت جزایر قشم و کیش، پنجمین کنگره بین المللی توسعه کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری ایران، تبریز

پناهی، نیوشا و افشارمقدم زنجانی، محمدرضا و عادل خانی، هادی، ۱۴۰۰، اثر آماده سازی سطح فولاد زنگ نزن ۳۰۴ بر فرآیند پوشش دهی توسط پلیمرهای رسانای پلی پیرول/ پلی آنیلین و بهبود مقاومت خوردگی

ترابی پور، امین و امامیان فرد، سیدمهدی و ویسی شیخ رباط، محمد و جعفری نیا، مقصود، ۱۳۹۸، رابطه استرس شغلی، رضایت شغلی و تعهد سازمانی در کارکنان بهداشت محیط و حرفه ای شاغل در دانشگاه های علوم پزشکی البرز و جندی شاپور اهواز

جلالی، مهدی و نوری، ابوالقاسم و حبیبی، احسان الله، ۱۳۹۹، بررسی ارتباط اصول ارگونومی و بهداشت حرفه ای با انگیزش در محیط کار، چهارمین کنگره ملی دوسالانه روان شناسی صنعتی و سازمانی، اهواز

جمشیدی، مهرنوش و عادل زاده، مصطفی و یاری، احمد، ۱۳۹۸، مقایسه طرح واکنش در شرایط اضطراری به دست آمده از ارزیابی ریسک بر اساس متدلوژی Bow Tie با روش FMEA در شرکت های دارویی (پارس دارو)

جلالی النجارتی، مرتضی، هاشمی، سید جلال الدین. (۱۳۹۶). مدل سازی و ارزیابی پیامد بروز سانحه در مخازن استوانه ای ذخیره متان: مطالعه موردی پالایشگاه شهید هاشمی نژاد (خانگیران - سرخس). نشریه علمی فرآیند نو. 161-171, 12(58),

چراغی، ج. و سلطان زاده، ا. و قیاسی، س. (۱۳۹۷). مدل سازی پیامد انفجار مخازن نگهداری اتیلن اکساید با استفاده از نرم افزار PHAST (مطالعه موردی در یک صنعت پتروشیمی). سلامت و محیط زیست، ۱۱(۲)، ۲۶۱-۲۷۰.

حسن ملکی، علیرضا و کهنه کلبادی، حبیب و چوگان، رضا، ۱۴۰۰، مروری بر عوامل موثر بر ریسک پذیری سرمایه گذاران، دومین کنفرانس بین المللی چالش ها و راهکارهای نوین در مهندسی صنایع و مدیریت و حسابداری، دامغان

حمیدی ایروانی، وحید و افتخاری، اکبر، ۱۴۰۰، بررسی ریسک سرمایه گذاری در انرژی های تجدیدپذیر در ایران، دومین کنفرانس بین المللی چالش ها و راهکارهای نوین در مهندسی صنایع و مدیریت و حسابداری، دامغان

خرم رسول. مدل سازی پیامد انتشار گاز کلر بر اساس مقادیر طرح ریزی واکنش در شرایط اضطراری طی یک دوره زمانی ۲۴ ساعته توسط نرم افزار PHAST (مطالعه موردی حریم نیروگاه اتمی بوشهر). مجله طب نظامی. ۱۳۹۹؛ ۲۲ (۵): ۴۹۲-۵۰۱

سیدی، سیداحسان و صباح، الهه و طیبی زاده، زینب، ۱۴۰۰، بررسی تاثیر استقرار استانداردهای مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه ای و مدیریت زیست محیطی بر عوامل محیطی و رضایت کارکنان در مجتمع صنعتی مورچه خورت اصفهان - یک مطالعه قبل و بعد، چهارمین کنفرانس ملی ایمنی و بهداشت، تهران

شریفی، سید روح اله، رضویان، فاطمه. (۱۳۹۹). شناسایی خطرات و شبیه سازی پیامد حوادث احتمالی ناحیه مخازن و فلر پالایشگاه گاز ایلام به روش ETBA و نرم افزار PHAST. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست. 309-322, 22(8),

صادقی یارنیدم، مهدی نیام، برازندهج &، سلطان زاده. (۲۰۲۱). مدل سازی پیامد سمی انتشار آمونیاک در سردخانه های صنعتی: مدلسازی پیامد سمیت انتشار آمونیاک. فصلنامه بهداشت در عرصه. 18-31, 8(3),

ضرغامی، اسماعیل و ریسمنیان، مهدی، ۱۳۹۹، تاثیر معماری و مدیریت در تخلیه ی افراد ناتوان از ساختمان ها در شرایط اضطراری، هفتمین همایش ملی مطالعات و تحقیقات نوین در حوزه علوم جغرافیا، معماری و شهرسازی ایران، تهران

عین اللهی نژاد، رقیه، ۱۴۰۰، بررسی و مطالعه آیت های موثر بر ارتقاء کارآیی و اثربخشی در سازمان با رویکرد مدیریت ریسک (مطالعه موردی : شهرداری تهران (چهارمین همایش بین المللی دانش و فناوری هزاره سوم اقتصاد، مدیریت و حسابداری ایران، تهران

غلامی، سعید، ۱۴۰۰، تدوین استراتژی و مدیریت بحران شهری با محوریت مبارزه با ویروس کرونا با تاکید بر نقش کارشناسان بهداشت حرفه ای و

HSE به روش ماتریس SWOT (مورد مطالعه: شهرستان شازند)، ششمین همایش ملی ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE)، اراک، فغانی، غلامرضا و کوهکن، مهران و عاشوری، پژمان و نادری، سیدصدرا، ۱۳۹۹، سنتز نانوکامپوزیت گرافن اکسید/ پلی آنیلین برای اندازه گیری فلزات سنگین از قبیل مس به روش استخراج فاز جامد، ششمین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی در مهندسی برق، مکانیک و مکترونیک، تهران قاسمی، مهدی و گیوه چی، سعید و نصرآبادی، مهناز، ۱۳۹۴، مدلسازی پیامد انفجار مخزن اتیلن با نرم افزار PHAST در یک صنعت پتروشیمی و ارائه طرح واکنش اضطراری، چهارمین همایش علمی مهندسی فرآیند، تهران گیوه چی، سعید و طاهریان، سعید، ۱۴۰۰، طراحی برنامه واکنش اضطراری (EOP) در جمعیت هلال احمر، اولین کنفرانس بین المللی شهرسازی، معماری، عمران، محیط زیست گشتاسبی، سمانه، ۱۴۰۰، رابطه میان چرخه عمر شرکت، ریسک پذیری و تمایلات سرمایه گذار در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، دومین کنفرانس بین المللی چالش ها و راهکارهای نوین در مهندسی صنایع و مدیریت و حسابداری، دامغان موسوی، سیدمهدی و جهادی نائینی، مهسا و حقیقت، مجتبی و بهزادی نژاد، فرزاد، ۱۴۰۰، وزن دهی و اولویت بندی شاخص های تاب آوری در شرایط اضطراری ناشی از وقوع حریق در یک نیروگاه سیکل ترکیبی با به کارگیری رویکرد تحلیل سلسله مراتبی فازی ملتجی، علی و ورشوساز، کنایون و محمدفام، ایرج، ۱۳۹۸، ارزیابی ریسکهای زیست محیطی و بهداشت حرفه ای به روش PHA در خصوص فعالیتهای پروژه کارخانه نمک زدایی، پنجمین همایش بین المللی مهندسی کشاورزی و محیط زیست با رویکرد توسعه پایدار، شیراز موحد احمدرضا، جهانی فرشته، پروینی مهدی، شکیب مهدی. مدلسازی پیامد نشت میعانات گازی در یک پالایشگاه گاز به منظور تدوین برنامه واکنش در شرایط اضطراری. مجله مهندسی بهداشت حرفه ای. ۱۳۹۹؛ ۶ (۲): ۸-۱ محمدی، زهرا و خسروی، طیبه، ۱۳۹۹، مدل سازی پیامد نشتی و شکست ناگهانی مخزن بنزین با استفاده از نرم افزار PHAST، دومین کنفرانس بین المللی فناوری های جدید در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، تهران ملکی، عباس، ۱۴۰۰، رفتار الکتروشیمیایی ۴-آمینو-N,N-دی اتیل آنیلین در حضور استیل استون، چهارمین کنگره ملی شیمی و نانوشیمی از پژوهش تا فناوری، تهران نورمحمدی، محمد و حسینی نسب، علی و سلیمی، حمید و ثقفی، حسین و برملا، مولود، ۱۳۹۹، بررسی عوامل زیان آور محیط کار و روش های کنترل آن ها در صنعت نفت، همایش ملی پژوهش های دانش بنیان در صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی، اهواز نوروستا، حسین، ۱۳۹۹، مدیریت بحران و کاهش آسیب پذیری مناطق شهری در شرایط اضطراری با رویکرد دفاع غیرعامل، سومین کنفرانس ملی نوآوری در مهندسی معماری و شهرسازی، تهران همت پور، حافظ و عربانی، مهیار و میرعبدالغظیمی، سیدمحمد و جهاننده زیارتگاه، علی، ۱۴۰۰، بهبود هدایت الکتریکی دو حرارتی میکروسرپیسینگ ها با کاربرد نانولوله های کربن و محلول پلی آنیلین جهت مقابله با پدیده یخ زدگی، سیزدهمین همایش ملی و نمایشگاه قیر، آسفالت و ماشین آلات، تهران

Arkadievich Petrovskiy E, Anatoliievich Buryukin F, Viktorovich Bukhtiyarov V, Vasilievna Savich I, Vladimirovna Gagina M. The FMEA-Risk Analysis of Oil and Gas Process Facilities with Hazard Assessment Based on Fuzzy Logic. Modern Applied Science. 2019; 9(5): 25-37

Bichou K, Bell M, Evans A. Risk management in port operations, logistics and supply chain security: CRC Press; 2013. Zhiyong L, Xiangmin P, Jianxin M. Quantitative risk assessment on a gaseous hydrogen refueling station in Shanghai. *Int J Hydrogen Energy*. 2018;35(13):6822-9.

Gerboni R, Salvador E. Hydrogentransportation systems: elements of risk analysis. *Energy*. 2019;34(12):2223-9.

Khan FI, Abbasi S. Major accidents in process industries and an analysis of causes and consequences. *Journal of Loss Prevention in the process Industries*. 1999;12(5):361-78.

Trbojevic VM, Carr BJ. Risk based methodology for safety improvements in ports. *Journal of hazardous materials*. 2000;71(1-3):467-80.

Habibi EA, Keshavarzi M, Yousefi HA, Hasanzadeh A. Outcome Analysis of Major Accidents and Determining the



Safety Integrity Level of Processes in Sour Water Stripping Unit of Gas Refinery Using LOPA Technique Health System Research. 2011.

Jafari M, Zarei E, Dormohammadi A. Presentation of a method for consequence modeling and quantitative risk assessment of fire and explosion in process industry (Case study: Hydrogen Production Process). Journal of Health and Safety at Work. 2013;3(1):55-68.

Liu X, Zhang Q, Xu X. Petrochemical Plant multi-Objective and multi-Stage fire Emergency Management Technology System Based on the fire risk Prediction. Procedia Engineering. 2020;62(0):1104-11

Shebeko YN, Bolodian IA, Molchanov VP, Deshevih YI, Gordienko DM. Fire and explosion risk assessment for large-scale oil export terminal. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2021;20(4-6):651-8

Alamer, M, (2019). Environmental risk assessment of oil desalination plant in Kuwait. Document management and risk assessment of oil companies in Kuwait, 24, 4-15



Modeling the consequences of a sudden breakdown of the aniline reservoir with PHAST software-a case study of Imam Khomeini port

Mona koulivand

Master's student in Safety, Health and Environment
(HSE), Faculty of Engineering, Shahrood Azad
University, Shahrood, Iran

Mohammad taji

Department of Mining Engineering , Shahrood
Branch , Islamic azad University , Shahrood ,Iran

Abstract - ۱-۱

The results of past events have shown that incidents in reservoirs containing dangerous chemicals are generally catastrophic and cause irreparable human, environmental and economic damage . Hence, today the prevention-based approach is taken into account . Careful examination of major accidents shows that a large part of the likelihood of occurrence and the resulting damage is predictable and preventable . Ports are still developing, and this growth has sometimes led to new complexities and errors that make safety levels more vulnerable . Reservoirs require risk review and management, given their high risk nature and potential . Substances such as aniline are also high-risk substances, so modeling their consequences can be an effective step in controlling the risk of reservoirs . This research focuses on modeling the sudden breakdown of aniline-containing reservoir with fast software.

Keywords: Modeling the consequences , the phast software, the port of Imam Khomeini - ۲-۱